(51) Int. Cl. 2: G 01 L 1/04

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT

DE 29 17 169 A 1

(11) Offenlegungsschrift 29 17 169

(21) Aktenzeichen: P 29 17 169.5

(22) Anmeldetag: 27. 4. 79

(43) Offenlegungstag: 6. 12. 79

(30) Unionspriorität:

(32) (33) (31) 11. 5. 78 V.St.v.Amerika 904978

(54) Bezeichnung: Kraftmeßdose und Verfahren zu deren Herstellung

(71) Anmelder: Maatschappij van Berkel's Patent N.V., Leidschendam (Niederlande)

(74) Vertreter: Licht, M., Dipl.-Ing.; Schmidt, R., Dr.; Hansmann, A., Dipl.-Wirtsch.-Ing.; Herrmann, S., Dipl.-Phys.; Pat.-Anwälte, 8000 München

(72) Erfinder: Brendel, Albert E., Lake Orion, Mich. (V.St.A.)

DE 29 17 169 A 1

2 Blatt Zeichnungen nachgereicht, 26.7.79

Licht, Schmidt, Hansmann & Herrmann

Patentanwälte

2917169

Licht, Schmidt, Hansmann, Herrmann · Postfach 701205 · 8000 München 70

Umgeschrieben

BERKEL INCORPORATED
La Porte, Indiana V.St.A. –

Dipl.-Ing. Martin Licht
Dr. Reinhold Schmidt
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Axel Hansmann
Dipl.-Phys. Sebastian Herrmann

Albert-Roßhaupter-Str. 65
8000 München 70

Telefon: (089) 760 30 91
Telex: 5 212 284 pats d
Telegramme: Lipatil München

27. April 1979

Zi/Ul

PATENTANSPRÜCHE

1) Kraftmessdose zur Gewichts- und Kraftbestimmung, gekennzeichnet durch einen ersten Endblock (12,112); einen zweiten Endblock (13,113); eine stabilisierende Biegeeinrichtung (15,16 ;115, 116), welche zwischen dem ersten und zweiten Endblock angeordnet ist, um ein Parallelogramm zu bilden, wobei der erste und der zweite Endblock verhältnismässig massiv im Vergleich zur stabilisierenden Biegeeinrichtung sind und die stabilisierende Biegeeinrichtung (15,16; 115,116) eine begrenzte Durchbiegung zwischen dem ersten Endblock und dem zweiten Endblock in Abhängigkeit von einer angelegten Last gestattet; einen Tastarm (2o,12o), dessen erstes Ende am ersten Endblock (12,112) an einer Stelle zwischen den stabilisierenden Biegeeinrichtungen abgestützt ist; eine die Last weiterleitende Biegeeinrichtung (24,124) zwischen dem zweiten Endblock (13,113) und dem zweiten Ende des Tastarmes (2o,12o), um gleiche Zug- und Druckbelastungen längs einer gemeinsamen Fläche des Tastarmes anzulegen und eine axiale Belastung des Tastarmes (2o,12o) zu vermeiden; und eine Einrichtung (3o) zum Abtasten der Belastungen im Tastarm (2o,12o).

Deutsche Bank München, Kto.-Nr. 82/08050 (BLZ 70070010)

Postscheck München Nr. 163397-802

2. Kraftmessdose nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die die Last weiterleitende Biegeeinrichtung (24,124) längs einer Mittellinie (28,128) angeordnet ist, welche den Tastarm (2o,12o) in der Nähe dessen Mittelpunktes (29,129) schneidet.

3. Kraftmessdose nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die stabilisierende Biegeeinrichtung (15,16 ; 115,116) eine Vielzahl von parallelen, stabilisierenden Biegearmen aufweist, die an ihren Enden mit dem ersten und zweiten Endblock (12,13;112,113) verbunden sind.

4. Kraftmessdose nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittellinie (28,128), längs welcher die die Last weiterleitende Biegeeinrichtung (24,124) angeordnet ist und welche den Mittelpunkt des Tastarmes (2o,12o) schneidet, von den Enden der stabilisierenden Biegearme einen gleichen Abstand hat.

5. Kraftmessdose nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die stabilisierenden Biegearme (115,116) in der Nähe ihrer Enden eine Vielzahl von Auskehlungen (146) aufweisen, welche schmale Biegestellen (147) für die stabilisierenden Biegearme bilden, und dass die Auskehlungen (146) von der Mittellinie (128) den gleichen Abstand haben.

6. Kraftmessdose nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Tastarm (2o,12o) im wesentlichen parallel zu den stabilisierenden Biegearmen (15,16; 115,116) verläuft.

7. Kraftmessdose nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Tastarm (2o,12o) an einem Ende einen vergrösserten Endklotz (21,121) mit einem Schenkel (22,122) aufweist, welcher unter dem Tastarm (2o,12o) liegt, und dass die die Last weiterleitende Biegeeinrichtung (24,124) zwischen dem Schenkel

(22,122) des Endklotzes (21,121) und dem zweiten Endblock (13 113) angeordnet ist, um ein Biegemoment sowie eine der gemessenen Kraft entsprechende Kraft an das Ende des Tastarmes (2o,12o) anzulegen.

8. Kraftmessdose nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die die Last weiterleitende Biegeeinrichtung (24,124) einen vergrösserten Mittelabschnitt (25,125) zwischen zwei Halsabschnitten (26,27; 126, 127) aufweist.

9. Kraftmessdose nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die die Last weiterleitende Biegeeinrichtung (24,124) mindestens zwei Halsabschnitte (26,27; 126,127) aufweist, um jegliche äusseren Kräfte, die im rechten Winkel zur angelegten Lastrichtung auftreten, auszuschliessen und die angelegte Last an den Tastarm (2o,12o) zu übertragen.

1o. Kraftmessdose nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung 3o zum Abtasten der Belastungen im Tastarm (2o,12o) einen Widerstands- Dehnungsmesser mit Mehrfach-Elementen aufweist, welcher auf der Oberfläche des Tastarmes (2o,12o) angeordnet ist und auf die Zug- und Druckbelastungen im Tastarm (2o,12o) unter Berücksichtigung der Widerstandsänderungen in den Dehnungsmessern anspricht.

11. Kraftmessdose nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die die Last weiterleitende Biegeeinrichtung (24,124) längs einer Mittellinie (28,128) angeordnet ist, die im rechten Winkel zum Tastarm (2o,12o) verläuft und den Mittelpunkt (29,129) des Tastarmes schneidet.

12. Kraftmessdose, gekennzeichnet durch in Abstand angeordnete erste und zweite Endblöcke (12,13 ; 112, 113); zwei in parallelem Abstand angeordnete stabilisierende Biegearme (15,16; 115,116), die an ihren Enden mit den Endblöcken

verbunden sind, um ein Parallelogramm zu bilden; einen die Belastung abtastenden Arm, (2o,12o) der parallel zu den stabilisierenden Biegearmen (15,16; 115, 116) verläuft und ein erstes und zweites Ende aufweist, von denen das erste Ende auf dem einen Endblock an einer Stelle zwischen den stabilisierenden Biegearmen abgestützt ist; und eine die Last weiterleitende Biegeeinrichtung (24,124), die sich zwischen dem anderen Endblock und dem zweiten Ende des Tastarmes (2o,12o) längs einer Mittellinie (28,128) erstreckt, die im rechten Winkel zum Tastarm (2o,12o) verläuft und den Mittelpunkt (29,129) des Tastarmes schneidet.

13. Kraftmessdose nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Endblock (12, 112) feststehend und der zweite Endblock (13,113) bewegbar ist, und die zu messende Last an den zweiten Endblock (13,113) angelegt wird, und der Tastarm (2o,12o) auf dem feststehenden Endblock (12,112) abgestützt ist.

14. Kraftmessdose nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittellinie (28,128) die Mittelpunkte der stabilisierenden Biegearme (15,16; 115,116) schneidet.

15. Kraftmessdose nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die die Last weiterleitende Biegeeinrichtung (24,124) eine Vielzahl von Biegestellen aufweist.

16. Verfahren zur Herstellung einer Kraftmessdose aus einem einzigen, blockartigen Metallstück, dadurch gekennzeichnet,dass eine Vielzahl von Nuten aus dem Inneren des Metallstückes in der Weise ausgefräst wird, dass die Nuten zwei Endblöcke und zwei stabilisierende Biegearme bilden, die an ihren Enden mit den Endblöcken verbunden sind, um ein Parallelogramm zu bilden, und dass die Nuten einen Tastarm entstehen lassen, dessen erstes Ende an einem der Endblöcke an einer

Stelle zwischen den stabilisierenden Biegearmen abgestützt ist, und dass die Nuten eine die Last weiterleitende Biegeeinrichtung schaffen, die zwischen dem anderen Endblock und dem zweiten Ende des Tastarmes längs einer Mittellinie verläuft, welche den Tastarm in der Nähe dessen Mittelpunktes schneidet.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass eine Vielzahl von Löchern durch das einzige blockartige Metallstück in der Nähe der Enden der stabilisierenden Biegearme gebohrt wird, um schmale Biegestellen für die stabilisierenden Biegearme zu schaffen, wobei die Löcher von der Mittellinie den gleichen Abstand haben.

2917169

KRAFTMESSDOSE UND VERFAHREN ZU DEREN HERSTELLUNG

Die Erfindung bezieht sich auf eine mit Dehnungsmessern arbeitende Kraftmessdose zur Gewichts- und Kraftbestimmung und betrifft insbesondere eine Kraftmessdose mit Parallelogramm-Bauweise, bei welcher jegliche axiale Belastung des Tastarmes vermieden und eine gemeinsame Fläche des Tastarmes gleichen Zug- und Druckbelastungen mit Hilfe eines die Last weiterleitenden Biegeelementes ausgesetzt wird, welches den Mittelpunkt des Tastarmes schneidet.

Es sind viele Arten von Kraftmessdosen bekannt, von denen einige Kraftmessdosen in der Parallelogramm-Bauweise ausgeführt sind. Viele frühere Ausführungsformen von Kraftmessdosen in Parallelogramm-Bauweise haben Elemente einschliesslich eines Tastarmes, die an beiden Enden starr befestigt sind, um gleiche, im und gegen den Uhrzeigersinn wirkende Momente im Tastarm zu erzielen. Derartige Ausführungsformen in Verbindung mit einem stabilisierenden Parallelogramm-System führten zu einer Kraftmessdose, bei welcher zwei der Parallelogramm-Stabilisatoren und der Tastarm parallel angeordnet waren. Dies führte zu einem statisch unbestimmten System, bei welchem innere Axialkräfte, die durch Beanspruchungen bei der maschinellen Bearbeitung oder bei der Herstellung oder durch Temperaturunterschiede hervorgerufen werden, letztendlich Lasteinflüsse auf dem Tastarm verursachten. Diese Lasteinflüsse setzen die Leistung der Kraftmessdose herab oder machen es überaus schwierig den Ausgleich dieser Kräfte in den Griff zu bekommen.

Bei den bekannten Ausführungsformen wird ein freier Tastarm verwendet. Diese bekannten Ausführungsformen sind jedoch nicht in der Lage, gleiche Momente im und gegen den Uhrzeiger-

sinn im Tastarm zu erzeugen, da das die Last weiterleitende Biegeelement den Tastarm nicht in dessen Mitte schneidet. Bei den bekannten Ausführungsformen wird der Tastarm wie ein einfacher, freitragender Ausleger belastet. Beim Belasten eines freitragenden Armes oder Auslegers müssen verschiedene Dehnmesselemente verwendet werden. Derartige Massnahmen führen zu einem Tastarmsystem, das überaus empfindlich gegen die Lage der Dehnungsmesser ist und nicht in ausreichendem Masse diese äusseren Kräfte ausschaltet oder ausgleicht, die nicht vollständig von den stabilisierenden Biegearmen oder dem die Last weiterleitenden Biegeelement beseitigt worden sind.

Bei anderen bekannten Kraftmessdosen werden der Tastarm und das die Last weiterleitende Biegeelement beseitigt, indem die stabilisierenden Biegearme des Parallelogramms zum Abtasten der Last verwendet werden. Während diese Technik verhältnismässig billig ist, wird der stabilisierende Biegearm durch eine an die Kraftmessdose angelegte Last entweder auf Zug oder auf Druck beansprucht. Um den Zug oder den Druck auszugleichen ist es gewöhnlich erforderlich, sowohl an den oberen als auch an den unteren stabilisierenden Biegearmen Dehnungsmesser anzubringen, um die axialen Lasteinwirkungen zu beseitigen, die ansonsten eine beträchtliche Fehlerquelle bei den von der Last angelegten Belastungen darstellen. Die Belastungen erreichen bei einer derartigen Ausführungsform überaus hohe Werte, da die Dehnungsmesser verhältnismässig hohe Belastungswerte für brauchbare Signalwerte erfordern. Darüberhinaus kommen die äusseren Lasten noch zu den bereits hohen Belastungen hinzu.

Es ist daher hauptsächlich Ziel und Zweck der Erfindung, eine mit Dehnungsmessern arbeitende Kraftmessdose zu schaffen, bei welcher eine axiale Belastung des Tastarmes vermieden und hierdurch jeglicher Fehler der Momente auf ein Minimum

gebracht wird, welche durch die senkrecht zum Tastarm auftretenden Belastungen, wie beispielsweise durch die gemessene Last erzeugt werden.

Ferner ist es Ziel und Zweck der Erfindung, eine Kraftmessdose zu schaffen, bei welcher eine gemeinsame Fläche des Tastarmes gleiche Zug- und Druckbelastungen in Abhängigkeit von der gemessenen Last hat, so dass Dehnungsmesser mit Vielfachelementen durch wiederholbare photographische Verfahren am Tastarm angebracht werden können und nicht der Versuch gemacht werden muss, die Lage und den Abstand der Dehnungsmesser durch manuelle Eingriffe zu verändern oder zu steuern.

Weiterhin ist es Ziel und Zweck der Erfindung, eine Kraftmessdose mit verhältnismässig massiven Endblöcken zu schaffen, die als starre Elemente zur Weiterleitung der zu messenden Kraft zum Tastarm dienen und im wesentlichen durch äussere Kräfte unbeeinflusst bleiben. Typische äussere Kräfte, welche auf die Endblöcke keinen Einfluss haben sollen, sind die Kräfte, welche bei der Befestigung der Kraftmessdose an der Wiegevorrichtung oder bei einer Verformung unter dem Einfluss anderer äusserer Belastungen auftreten, die zwar vorhanden, aber nicht als Messgrössen erwünscht sind.

Darüberhinaus ist es Ziel und Zweck der Erfindung eine Kraftmessdose mit einem die Last weiterleitenden Biegeelement zu schaffen, welches längs des Mittelpunktes des Tastarmes angeordnet ist und mindestens zwei Biegestellen aufweist, um evt. äussere Kräfte weiter beseitigen und eine axiale Belastung des Tastarmes vermeiden zu können.

Ferner ist es Ziel und Zweck der Erfindung, eine Kraftmessdose mit einem Tastarm - System zu schaffen, dass vom

Stabilisiersystem getrennt ist, wobei die gewünschte, zu messende Kraft von einem einzigen Element abgeleitet werden kann.

Weiterhin ist es Ziel und Zweck der Erfindung, eine Kraftmessdose zu schaffen, die fein einstellbar ist, um die äusseren Kräfte von der gewünschten Kraft zu trennen.

Schliesslich ist es Ziel und Zweck der Erfindung, eine Kraftmessdose zu schaffen, die leicht und wirkungsvoll durch numerisch gesteuerte Maschinen hergestellt werden kann.

Die Kraftmessdose gemäss der Erfindung hat überlegene Eigenschaften mit einer höheren Genauigkeit, Linearität und der Möglichkeit einer aussermittigen Belastung, ohne dass dies zu Lasten der Wirtschaftlichkeit oder der leichten Herstellbarkeit geht. Zwei verhältnismässig massive Endblöcke sind durch stabilisierende Biegearme in der Art eines Parallelogramms miteinander verbunden. Der eine der Endblöcke ist zur Befestigung an einer Wiegevorrichtung oder dergleichen ausgelegt. Die zu messende Last oder Kraft wird an dem anderen Endblock angelegt, um eine begrenzte Durchbiegung der stabilisierenden Biegearme in Abhängigkeit von der Last zu erzielen. Ein Tastarm verläuft im allgemeinen parallel zu den stabilisierenden Biegearmen. Das eine Ende des Tastarmes ist starr mit einem der Endblöcke verbunden. Das andere Ende des Tastarmes endet in einem vergrösserten Abschnitt, der parallel zu und unter dem Tastarm verläuft. Ein die Last weiterleitendes Biegeelement ist unter dem Mittelpunkt des Tastarmes zwischen dem vergrösserten Abschnitt des Tastarmes und dem anderen Endblock angeordnet. Das die Last weiterleitende Biegeelement beseitigt jegliche äusseren Kräfte und verhindert, dass Axialkräfte am Tastarm angreifen.

Eine an einen der Endblöcke angelegte Last führt zu einem proportionalen Durchbiegen der stabilisierenden Bige-

arme und des Tastarmes. Der Tastarm wird gleichen Zug- und Druckbelastungen längs einer gemeinsamen Fläche des Tastarmes ausgesetzt. Die gleichen Zug- und Druckbelastungen weisen darauf hin, dass Momente im und gegen den Uhrzeigersinn im Tastarm bei der bekannten, unter Scherbelastung auftretenden Gestalt vorhanden sind, so dass das Ausgangssignal, das von den auf dem Tastarm angeordneten Dehnungsmessern ausgeht, nur der Scherkraft im Tastarm proportional und unabhängig vom Ort der Krafteinwirkung ist. Diese Vorteile beseitigen ferner jeglichen Fehler, der auf äusseren Kräften beruht , die ansonsten von den stabilisierenden Biegearmen oder dem die Last weitergebenden Biegeelement nicht beseitigt werden. Die Vorteile führen darüberhinaus zu einer noch grösseren Messgenauigkeit, Linearität und der Möglichkeit zu einer aussermittigen Belastung der Kraftmessdose.

Trotz der Lagebeziehungen zwischen den verschiedenen Elementender Kraftmessdose ist die Wirtschaftlichkeit und die leichte Herstellbarkeit nicht beeinträchtigt. Die Kraftmessdose gemäss der Erfindung kann in ihrer bevorzugten Ausführungsform durch einfaches Fräsen und Bohren auf numerisch gesteuerten Maschinen hergestellt werden.

Die Erfindung wird im nachstehenden anhand von Zeichnungen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung einer vereinfachten Kraftmessdose gemäss der Erfindung,

Fig. 2 eine vergrösserte Teilansicht der in Fig. 1 gezeigten Kraftmessdose, bei welcher die Bewegung des inneren Abschnittes der Kraftmessdose in Abhängigkeit von der Last in übertriebener Weise dargestellt ist,

Fig. 3 einen Querschnitt längs der Linie 3-3 in Fig. 1, um den Tastarm und die zugehörigen Komponenten in Draufsicht zu zeigen,

Fig. 4 eine vergrösserte Darstellung des in Fig. 3 gezeigten Tastarmes mit der Darstellung der Anordnung von Widerstands- Dehnungsmessern mit Vielfachelementen auf dem Tastarm und der zugehörigen Verdrahtung,

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer Wheatstonebrücke zum Messen der Änderungen in den Widerstands-Dehnungsmessern gemäss Fig. 4 aufgrund der im Tastarm herrschenden Belastungen,

Fig. 6 eine stark vergrösserte Seitenansicht des inneren Abschnittes einer abgewandelten Kraftmessdose gemäss der Erfindung mit einem dünnen, die Last weiterleitenden Biegeelement,

Fig. 7 eine Seitenansicht einer Ausführungsform der Kraftmessdose, die zur Herstellung durch numerisch gesteuerte Maschinen geeignet ist,

Fig. 8 einen Vertikalschnitt durch die Kraftmessdose längs der Linie 8-8 in Fig. 7,

Fig. 9 einen Querschnitt durch die Kraftmessdose längs der Linie 9-9 in Fig. 7 und

Fig. 10 eine vergrösserte Seitenansicht des inneren Abschnittes der in Fig. 7 gezeigten Kraftmessdose, wobei in übertriebener Weise dargestellt ist, wie der innere Abschnitt der Kraftmessdose auf eine angelegte Last anspricht.

In den Fig. 1, 2 und 3 ist eine vereinfachte Ausführungsform einer Kraftmessdose 1o dargestellt. Ein erster Endblock oder Basisteil 12 ist so ausgelegt, dass er in einer feststehenden Weise befestigbar ist. Ein zweiter und gegenüberliegender Endblock 13 nimmt an seiner Oberfläche eine Kraft oder ein zu messendes Gewicht auf, wie dies durch den nach unten gerichteten Pfeil 14 angedeutet ist. Ein oberer, stabilisierender Biegearm 15 und ein unterer, stabilisierender Biegearm 16 sind mit dem ersten und zweiten Endblock 12 und 13 verbunden, um ein stabilisierendes Biegesystem in der Art eines Parallelogramms zu bilden. Es wird bemerkt, dass ein quadratischer oder rechteckiger Rahmen eine Form eines Parallelogramms ist. Der erste Endblock 12 besitzt einen vergrösserten, fingerartigen horizontalen Vorsprung 17, der nach innen in den Fensterbereich 18 des Parallelogramms vorsteht. Der zweite Endblock 13 besitzt in ähnlicher Weise einen vergrösserten,horizontalen, fingerartigen Vorsprung 19, der nach innen in den Fensterbereich 18 der Kraftmessdose 1o absteht. Der horizontale Vorsprung 19 ist gegen den horizontalen Vorsprung 17 vertikal versetzt.

Ein Tastarm 2o ist mit seinem einen Ende am Vorsprung 17 des ersten Endblockes 12 starr befestigt. Das andere Ende des Tastarmes 2o geht in einen vergrösserten Endklotz 21 über. Der Endklotz 21 des Tastarmes hat eine L-förmige Gestalt. Der L-förmige Endklotz 21 besitzt einen Schenkel 22, der horizontal unter einem Teil des Tastarmes 2o verläuft.

Ein die Last weiterleitendes Biegeelement 24 besitzt einen vergrösserten Mittelabschnitt 25 zwischen zwei Halsabschnitten 26 und 27. Das die Last weiterleitende Biegeelement 24 ist längs einer vertikalen Mittellinie 28 angeordnet, welche den Mittelpunkt 29 zwischen den Enden des Tastarmes 2o schneidet. Die Bedeutung dieser Anordnung wird

an einer späteren Stelle näher erläutert. Das die Last weiterleitende Biegelement 24 verbindet auch den Vorsprung 19 des zweiten Endblockes 13 mit dem Schenkel 22 des vergrösserten Endklotzes des Tastarmes 2o.

Der erste Endblock 12 und der zweite Endblock 13 müssen ausreichend massiv sein, um als starre Elemente zum Weiterleiten der Kräfte in der Kraftmessdose zu deren anderen Elementen dienen zu können. Die Endblöcke 12 und 13 haben aus Gründen der grösseren Starrheit einen Querschnitt, der mindestens ein Mehrfaches des Querschnittes der stabilisierenden Biegearme 15 und 16 beträgt. Die Endblöcke 12 und 13 müssen auch ausreichend starr sein, um eine Verformung unter der Einwirkung anderer äusserer Belastungen zu vermeiden, die vorhanden sein können, aber nicht als Messgrössen erwünscht sind.

Der obere stabilisierende Biegearm 15 und der untere stabilisierende Biegearm 16 müssen gegenüber der bei dem nach unten gerichteten Pfeil gemessenen Last nachgiebig sein, während sie gleichzeitig im wesentlichen alle äusseren Kräfte absorbieren müssen, um zu verhindern, dass diese Kräfte an den Tastarm 2o angelegt werden. Auf diese Weise wird im wesentlichen nur die gemessene Last auf den Tastarm übertragen. Diese Bedingungen werden am besten erfüllt, wenn der Tastarm 2o von den stabilisierenden Biegearmen 15 und 16 getrennt ist, wie dies bei der vorliegenden Erfindung der Fall ist. Weiterhin ist es erforderlich, dass sich die relative, federnde Nachgiebigkeit der Biegearme 15 und 16 gegenüber der Nachgiebigkeit des Tastarmes 2o nicht ändert, so dass wiederholbare Belastungen im Tastarm 2o für gleiche Lasten oder Kräfte erzielt werden. Die vorstehenden Erfordernisse werden teilweise durch ein Trägersystem in der Art eines Parallelogramms erfüllt, bei welchem die stabilisierenden Biegearme 15 und 16 verhältnismässig lang und flach

sind und in gegenseitigem, parallelem Abstand liegen, wobei jedes Ende der stabilisierenden Biegearme 15 und 16 an den verhältnismässig massiven Endblöcken 12 und 13 befestigt ist.

Bei der optimalen Formgebung eines Parallelogramm-Systems verdienen einige wichtige Überlegungen zur Gestaltung der stabilisierenden Biegearme 15 und 16 Beachtung. Um eine grosse federnde Nachgiebigkeit in der gemessenen Lastrichtung zu erzielen, müssen die stabilisierenden Biegearme 15 und 16 verhältnismässig lang und dünn gemacht werden, da die Nachgiebigkeit eine Funktion des Quadrats der Dicke der stabilisierenden Biegearme und eine Funktion der dritten Potenz der Länge der stabilisierenden Biegearme ist. Um jedoch eine maximale Steifheit gegenüber den Biegemomenten zu erzielen, die im rechten Winkel zur gemessenen Lastrichtung auftreten, muss der Querschnitt der stabilisierenden Biegearme 15 und 16 so gross sein, wie dies aus praktischen Gesichtspunkten möglich ist. Gleichzeitig muss der Abstand zwischen den stabilisierenden Biegearmen 15 und 16 so gross wie möglich sein. Es ist wesentlich, verhältnismässig geringe Belastungswerte in den stabilisierenden Biegearmen 15 und 16 aufrecht zu erhalten, um ein Ausbleiben oder einen Verlust des wiederholbaren Lastmessvorganges in der Kraftmessdose 1o zu vermeiden. Das Drehmoment oder das Moment um die gemessene Lastrichtung macht es erforderlich, dass der Querschnitt und die Breite der stabilisierenden Biegearme 15 und 16 unter Berücksichtigung praktischer Gesichtspunkte möglichst gross gemacht werden, um die seitliche Steifheit der stabilisierenden Biegearme zu erhöhen. Die seitliche Biegesteifheit ist eine Funktion des Quadrats der Breite der stabilisierenden Biegearme 15 und 16. Die Endkräfte, die im rechten Winkel zur gemessenen Last auftreten, und die Seitenkräfte, welche die Scherbelastungen in den stabilisierenden Biegearmen 15 und 16 auslösen, erfordern einen grossen Querschnitt der stabilisierenden Biegearme 15 und 16.

Das Verhalten des die Last weiterleitenden Biegeelementes ist dem Verhalten der stabilisierenden Biegearme 15 und 16 entgegengesetzt. Das die Last weiterleitende Biegeelement 24 legt die zu messende Last an den Schenkel 22 des Endklotzes 21 und damit an den Tastarm 2o an. Das die Last weiterleitende Biegeelement 24 muss auch gegen die nicht zu messenden Kräfte, d.h. gegen solche Kraftkomponenten nachgiebig sein, die im rechten Winkel zur gemessenen Lastrichtung auftreten. Zu diesem Zweck sind zwei Halsabschnitte 26 und 27 vorgesehen, welche den Vorsprung 19 des zweiten Endblockes 13 mit dem Schenkel 22 des Endklotzes 21 des Tastarmes verbinden. Die Halsabschnitte 26 und 27 bilden zwei Biege- und Schwenkpunkte in dem die Last weiterleitenden Biegeelement 24, so dass das Biegeelement 24 gegen die Kräfte nachgiebig ist, die im rechten Winkel zur gemessenen Lastrichtung auftreten.

In Fig. 6 ist eine andere Ausführungsform für ein die Last weiterleitendes Biegeelement 24a gezeigt, das zwischen dem Vorsprung 19 und dem Schenkel 22 verläuft und durchgehend dünn ist. Das Biegeelement 24 a besitzt daher über seine Länge eine Anzahl von Punkten, in welchen das Biegeelememt 24 a gegen die Kräfte nachgiebig ist, die im rechten Winkel zur gemessenen Lastrichtung auftreten. Das Biegeelement 24 a überträgt in ähnlicher Weise wie das in den Fig. 1 und 2 gezeigte Biegeelement 24 die Kräfte in der gemessenen Lastrichtung zwischen dem Vorsprung 19 und dem Schenkel 22.

Der Tastarm 2o ist eines der wichtigsten Elemente der Kraftmessdose 1o. Zug- oder Druckbelastungen im Tastarm 2o stehen mit der gemessenen Last in Beziehung und sind zur gemessenen Last proportional. Eine Vielzahl von Dehnungsmessern 3o (Fig. 4) kann an einer Oberfläche des Tastarmes 2o befestigt sein. Die Abschnitte des Tastarmes, an welchen

die Dehnungsmesser angebracht sind, müssen im wesentlichen parallel zu den stabilisierenden Biegearmen sein und insbesondere im rechten Winkel zur Achse der gemessenen Kraft verlaufen. Die Dehnungsmesser 3o haben vorzugsweise eine Bauform mit Vielfach-Elementen, wobei die kritischen Abmessungen der Dehnungsmesser 3o durch wiederholbare photographische Verfahren von einem Hersteller für Dehnungsmesser genau eingestellt werden. Eine viel grössere Genauigkeit wird durch einen mit Vielfach-Elementen arbeitenden Dehnungsmesser 3o als durch den Versuch erreicht, die Anordnung und den gegenseitigen Abstand der Dehnungsmesser durch den manuellen Einbau einer Vielzahl von einzelnen Dehnungsmessern zu regeln. Die von den Dehnungsmessern 3o ausgehenden, elektrischen Leitungen 31 werden vorzugsweise zur Mitte des Tastarmes 2o geführt, wobei die elektrischen Leitungen in Form einer Wheatstonebrücke 32 geschaltet sind (Fig. 5). Diese zentrale Lage der elektrischen Leitungen 31 auf dem Tastarm 2o setzt jegliche Störung mit der Reaktion der Dehnungsmesser 3o auf ein Minimum herab, da in der Mitte des Abtastarmes 2o keinerlei Belastung auftritt, selbst wenn eine Last an die Kraftmessdose 1o angelegt wird.

Die in Fig. 5 gezeigte Wheatstonebrücke 32 weist Widerstände 33, 34, 35 und 36 auf, die in Form einer Brücke angeordnet sind. Die Widerstände 33,34, 35 und 36 haben derartige Widerstandsverhältnisse, dass die Spannung zwischen den beiden, mit einem nicht dargestellten, elektrischen Spannungsmesser verbundenen Anschlussklemmen 37 und 38 den Wert Null hat. Eine nicht dargestellte Spannungs- oder Stromquelle wird zwischen die beiden Anschlussklemmen 39 und 4o geschaltet. Die Widerstände der Dehnungsmesser 3o werden gewöhnlich als ein oder mehrere Widerstände 33, 34, 35 und 36 der Brücke 32 verwendet. Wenn sich der Widerstand im Dehnungsmesser 3o aufgrund von Änderungen in den Zug- oder Druckbelastungen im Tastarm 2o ändert, bewirkt die Änderung der zugeordneten

Widerstände 33, 34, 35 und 36 ein Ungleichgewicht in der Brücke 32 und daher eine von Null abweichende Spannung zwischen den Anschlussklemmen 37 und 38 für die Messung. Die von Null abweichende Spannung entspricht in ihrer Grösse der an die Kraftmessdose 1o angelegten Kraft oder Last.

Da die beiden Enden des Tastarmes 2o starr mit dem Vorsprung 17 und dem Endklotz 21 verbunden sind und das die Last weiterleitende Biegeelement 24 den Tastarm 2o längs dessen Mittelpunktes 29 belastet, wird die an die Kraftmessdose 1o angelegte Last eine Verformung im Tastarm 2o hervorrufen, wie dies in den Fig. 2 und 6 in übertriebener Weise dargestellt ist. Da das die Last weiterleitende Biegeelement 24 gegen das Ende des Tastarmes 2o versetzt und mit dem Endklotz 21 des Tastarmes verbunden ist, hat der Tastarm 2o ein vom Endklotz 21 hervorgerufenes Biegemoment und eine Kraft, die der zu messenden Last entspricht. Der Tastarm 2o nimmt daher die gewünschte, bei einer Scherbelastung auftretende Gestalt ein. Die Oberfläche 42 des Tastarmes 2o zwischen dem Mittelpunkt 29 und dem Vorsprung 17 wird hierdurch einer Zugspannung ausgesetzt, während die Oberfläche 43 des Tastarmes 2o zwischen dem Mittelpunkt 29 und dem Endklotz 21 einer Druckspannung ausgesetzt wird. Zwischen den Oberflächen 42 und 43 in der Nähe des Mittelpunktes 29 gibt es einen Punkt, in welchem keine Belastung im Tastarm 2o vorhanden ist. Der Tastarm 2o hat gleiche, im und gegen den Uhrzeigersinn wirkende Momente, die bei der bekannten, unter Scherbelastung auftretenden Gestalt vorhanden sind. Unter diesen Bedingungen ist das von den Dehnungsmessern 3o ausgehende Ausgangssignal unabhängig vom Ort der Krafteinwirkung den Scherbelastungen im Tastarm 2o proportional. Die durch die Scherbelastung hervorgerufene Gestalt unterstützt darüberhinaus die Wirkung der Kraftmessdose 1o, indem die Einflüsse äusserer Kräfte ausgeschaltet werden, die von den stabilisierenden Biegearmen 15

und 16 oder von dem die Last weiterleitenden Biegeelement 24 nicht wirksam beseitigt worden sind.

Wie im Vorstehenden erwähnt worden ist, haben die Oberflächen 42 und 43 des Tastarmes 2o Bereiche mit gleichen Zug- und Druckbelastungen. Wenn die Bereiche der gleichen Zug- und Druckbelastungen in Verbindung mit einem Dehnungsmesser 3o mit Vielfach-Elementen verwendet werden, tragen die Bereiche der gleichen Zug- und Druckbelastungen dazu bei, dass ein Einführen von irgendwelchen, bei der Messung auftretenden Nichtlinearitäten in die Wheatstonebrücke 32 verhindert wird. Die Bereiche der gleichen Zug-und Druckbelastungen bringen das von den Dehnungsmessern 3o erzielte Ausgangssignal auf ein Maximum und beseitigen die Temperatureinflüsse ersten Grades auf die Kraftmessdose 1o aufgrund der Summiereigenschaften der Wheatstonebrücke 32.

Die Trennung des Tastarmes 2o von den stabilisierenden Biegearmen 15 und 16 zusammen mit den vorstehend erwähnten Zuordnungen anderer Elemente bewirkt, dass der Tastarm 2o vollkommen frei von jeglichen axial einwirkenden Kräften ist. Dies ist ein wesentliches Merkmal der Erfindung, da die Dehnungsmesser empfindlich auf die Momente reagieren, die an den Tastarm an der Befestigungsstelle der Dehnungsmesser 3o angelegt werden. Die axialen Kräfte ändern das Moment, das von der gemessenen Last hervorgerufen wird, die im rechten Winkel zum Tastarm verläuft, wodurch letztendlich ein Fehler in der Widerstands-Empfindlichkeit der Dehnungsmesser 3o auftritt. Die Trennung des Tastarmes 2o von den stabilisierenden Biegearmen 15 und 16 führt auch zu einer Konzentration der gemessenen Last in einem einzigen Element, d.h. im Tastarm 2o, und nicht zu einer Konzentration der gemessenen Last in mehreren Elementen, die alle mit Dehnungsmessern 3o oder anderen geeigneten Wandlern versehen werden müssen, um die Last genau messen zu können. Ein einziges Element ,

auf das die Last gerichtet und konzentriert ist, beseitigt zusätzliche Spannungsfehler, die jedem einzelnen Element eigen sind.

Nachdem die Wirkungsweise der verschiedenen Elemente der Kraftmessdose dargelegt worden ist, kann nun der Gesamtbetrieb der Kraftmessdose 1o betrachtet werden. Wie aus Fig. 1 hervorgeht, wird eine zu messende Last entsprechend dem nach unten gerichteten Pfeil 14 angelegt und durch den starren Endblock 13 übertragen, um ein Durchbiegen der federnden nachgiebigen stabilisierenden Biegearme 15 und 16 zu bewirken. Die Kraft der Last wird durch den starren Endblock 13 über den Vorsprung 19 auch auf das die Last weiterleitende Biegeelement 24 übertragen. Die Komponente der angelegten Last, die mit der Mittellinie 26 der Kraftmessdose 1o zusammenfällt, wird von dem die Last weiterleitenden Biegeelement 24 und dem Endklotz 21 auf den Tastarm 2o übertragen, wobei der Tastarm 2o in einem Mass gebogen wird, welches mit der Durchbiegung der stabilisierenden Biegearme 15 und 16 in Beziehung steht. Alle anderen Komponenten der angelegten Kraft der Last werden an den Endblock 12 übertragen, wobei der Tastarm 2o in wirkungsvoller Weise übergangen wird. Die gewünschte Kraftkomponente der Last, die an den Tastarm 2o übertragen wird, erzeugt gleiche im und gegen den Uhrzeigersinn wirkende Biegemomente im Tastarm 2o, da die Achse des die Last weiterleitenden Biegeelementes 24 den Mittelpunkt 29 des Tastarmes 2o schneidet. Diese beiden Momente erzeugen gleiche Zug- und Druckbelastungen auf den Oberflächen 42 und 43 des Tastarmes 2o. Es ist leicht einzusehen, dass die Unterfläche 44 des Tastarmes 2o ebenfalls gleichen, jedoch entgegengesetzten Belastungsbedingungen ausgesetzt ist. Dies bedeutet, dass die Oberfläche 42 des Tastarmes 2o einer Zugbelastung und die Unterfläche 44 des Tastarmes direkt unterhalb der Oberfläche 42 einer Druckbelastung ausgesetzt ist. Da eine gemeinsame Fläche des Tastarmes 2o gleichen

Zug- und Druckbelastungen ausgesetzt ist, kann ein Dehnungsmesser 3o mit Vielfach-Elementen verwendet werden, was den Vorteil hat, dass der Dehnungsmesser 3o ohne Schwierigkeiten auf der verhältnismässig leicht zugänglichen Oberfläche des Tastarmes angebracht werden kann. Ein derartiger Dehnungsmesser mit Vielfach-Elementen ist leichter und wirtschaftlicher herzustellen, als eine Vielzahl von einzelnen Dehnungselementen. Darüberhinaus ist die Anordnung auf dem Tastarm vereinfacht.

Eine Feineinstellung der Kraftmessdose 1o zur Aussonderung der gewünschten Lastkraft von äusseren Kräften kann dadurch erreicht werden, dass die relativen Nachgiebigkeiten der stabilisierenden Biegearme 15 und 16 und/oder des die Last weiterleitenden Biegeelementes 24 eingestellt werden. Eine Reihe von Einwirkungen kann die Genauigkeit der Kraftmessdose 1o herabsetzen. Diese Einwirkungen sind beispielsweise Fertigungstoleranzen, Lagefehler der Dehnungsmesser, Inhomogenitäten des Materiales und Wechselwirkungen des elektrischen Schaltkreises, die einen oder mehrere Dehnungsmesser unempfindlich machen können. Die Feineinstellung wird dadurch vorgenommen, dass die Querschnittsgestalt der Enden der stabilisierenden Biegearme 15 und 16 wahlweise abgeändert wird, indem Material von den Biegearmen 15 und 16 entfernt wird, um die örtlichen Biegeeigenschaften der Biegearme 15 und 16 zu ändern und die gewünschte Trennung der Kraftkomponenten zu erzielen.

Eine besondere Ausführungsform der Erfindung ist in den Fig. 7, 8, 9 und 1o dargestellt. Während sich viele Elemente der in den Fig. 7 bis 1o gezeigten Kraftmessdose 11o in ihrer Gestalt von den entsprechenden Elementen der vereinfachten Ausführungsform der Kraftmessdose 1o gemäss den Fig. 1 bis 3 unterscheiden, sind die Beziehungen zwischen den Elementen in der Kraftmessdose 11o sowie die Betriebsweise und deren

Vorteile aufrecht erhalten und in ähnlicherweise wie bei der Kraftmessdose 1o vorhanden. Insbesondere ist eine axiale Belastung des Tastarmes 12o vermieden. Der Tastarm 12o ist gleichen Zug- und Druckbelastungen längs einer gemeinsamen Fläche in Abhängigkeit von einer gemessenen Last ausgesetzt. Die Kraftmessdose 11o ist mit verhältnismässig massiven Endblöcken 112 und 113 sowie mit dazwischenliegenden, nachgiebigen stabilisierenden Biegearmen 115 und 116 versehen. Ein die Last weiterleitendes Biegeelement 124 ist im wesentlichen längs einer vertikalen Mittellinie 128 des Tastarmes 12o angeordnet. Die Mittellinie 128 schneidet den Tastarm 12o in einem Mittelpunkt 129.

Einige bauliche Unterschiede zwischen der Kraftmessdose 1o und der Kraftmessdose 11o sind ohne weiteres sichtbar. Im Gegensatz zu dem horizontal verlaufenden, fingerartigen Vorsprung 17 bei der Kraftmessdose 1o ist der Vorsprung 117 der Kraftmessdose 11o ein integraler Bestandteil des ersten Endblockes 112, um eine erhöhte Starrheit beim Abstützen des Tastarmes 12o zu erzielen. Der Endblock 112 hat ebenfalls eine grössere Masse, um jegliche Einwirkungen auf ein Minimum herabzusetzen, die durch ein Befestigen der Kraftmessdose 11o mit Hilfe von Gewindebohrungen 145 hervorgerufen werden. Der Vorsprung 119 des zweiten Endblockes 113 hat ebenfalls eine grössere Masse aus Gründen einer erhöhten Starrheit. Die Enden der stabilisierenden Biegearme 115 und 116 sind mit halbkreisförmigen Auskehlungen 146 versehen, um die Durchbiegung der stabilisierenden Biegearme 115 und 116 genauer bestimmen zu können. Die Auskehlungen 146 befinden sich alle im gleichen Abstand von der Mittellinie 128. Die Durchbiegung der stabilisierenden Biegearme 115 und 116 erfolgt im wesentlichen an den Biegepunkten 147, die sich an den schmalsten Stellen der stabilisierenden Biegearme 115 und 116 befinden.

Die Kraftmessdose 11o kann leicht, wirkungsvoll und wirtschaftlich hergestellt werden, indem die Kraftmessdose 11o mit einer Vielzahl von Nuten 148 versehen wird. Die Nuten 148 können mit Hilfe einer numerisch gesteuerten Maschine hergestellt werden, welche die Nuten 148 herausfräst und dabei viele der Elemente der Kraftmessdose 11o zurücklässt und erzeugt. Die Auskehlungen 146 werden vorzugsweise dadurch hergestellt, dass vor dem Fräsen der Nuten 148 kreisrunde Löcher durch die Kraftmessdose 11o hindurchgebohrt werden. Die Auskehlungen 146 werden vorzugsweise durch Bohren und nicht durch Fräsen hergestellt, da eine grössere Toleranz für die Breite des Biegepunktes 147 gewöhnlich durch das Bohren erzielt werden kann. Es können weitere Endbearbeitungen erforderlich sein, um genaue Toleranzen für einige andere Komponenten, insbesondere für den Tastarm 12o zu erzielen.

Die Kraftmessdose 11o wird aus einem einzigen Metallblock hergestellt. Es wird ein Metallstück mit hoher Qualität benötigt, das lineare und wiederholte Belastungseigenschaften insbesondere für den Tastarm 12o und die stabilisierenden Biegearme 115 und 116 liefert. Derartige Materialien mit den erforderlichen linearen Belastungs-/Spannungseigenschaften sind leicht erhältlich und umfassen hochfeste Aluminiumlegierungen und wärmebehandelte Stahllegierungen. Ein derartiges Material ist das Aluminium 2o24.

Kraftmessdosen gemäss der Erfindung erreichen ungewöhnlich hohe Genauigkeiten insbesondere für Handelszwecke. Die Kraftmessdose 11o kann Genauigkeiten erzielen, die besser als 0,01 % der gesamten Skalenbreite sind.

Die Kraftmessdosen werden im allgemeinen mit Skalen verwendet, die eine Gewichtsanzeige in der Grössenordnung von 2,2 bis etwa 9o kg haben.

FIG-7-

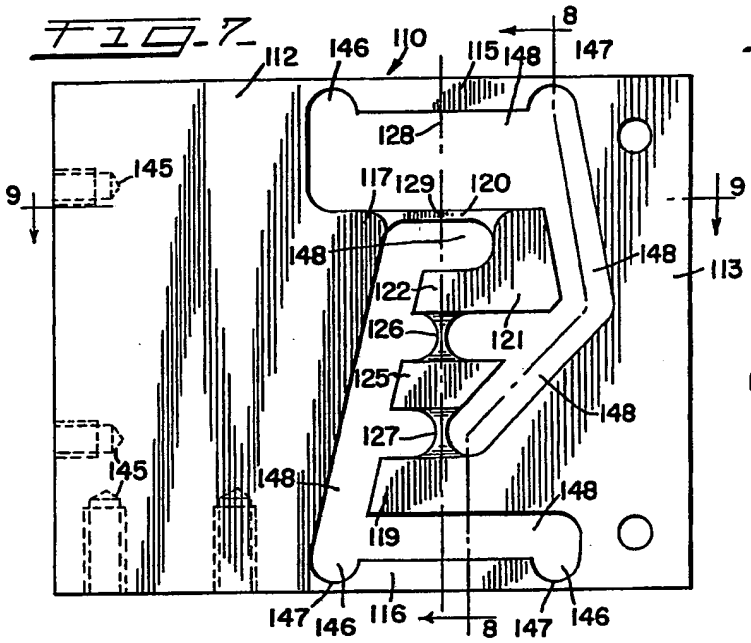


FIG-8-

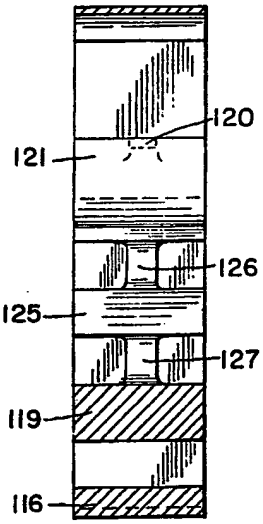


FIG-9-

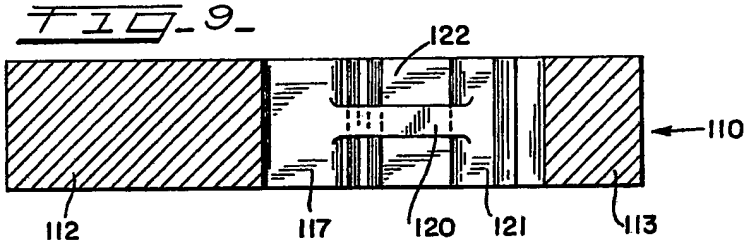
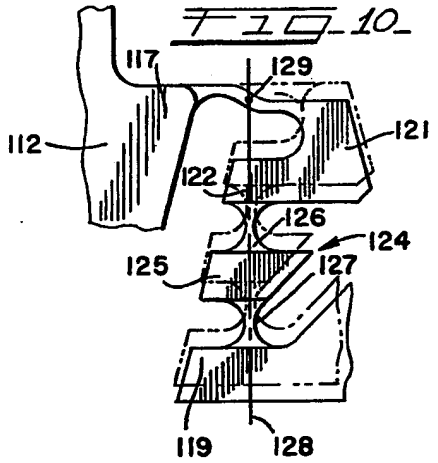


FIG-10-



Nummer: 29 17 169
Int. Cl.²: G 01 L 1/04
Anmeldetag: 27. April 1979
Offenlegungstag: 6. Dezember 1979

2917169

NACHGEREICHT

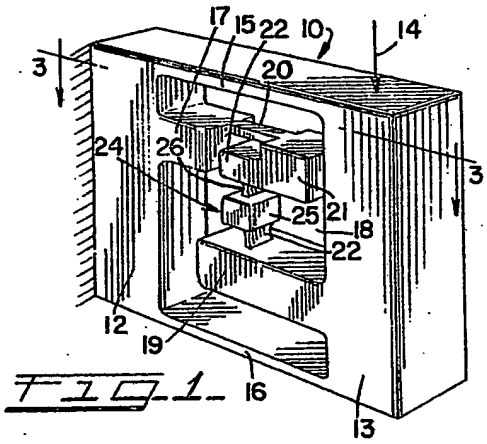


FIG. 1

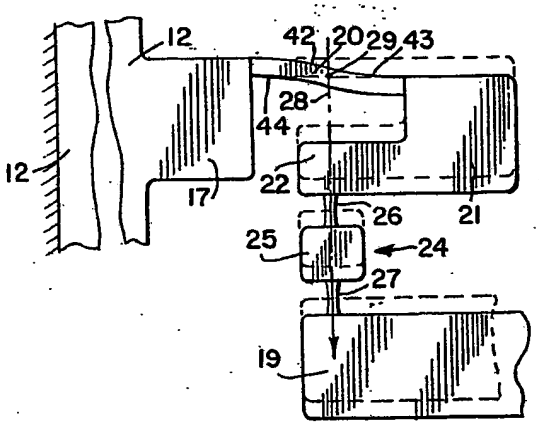


FIG. 2

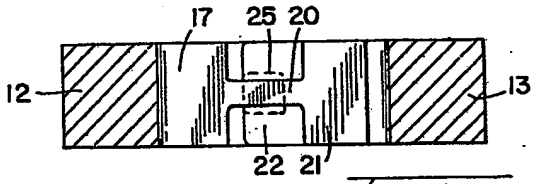


FIG. 3

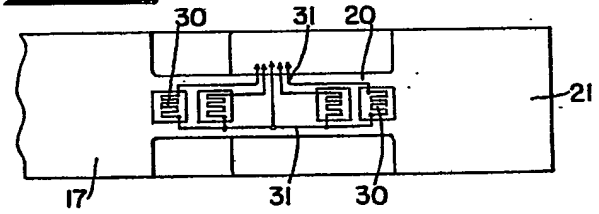


FIG. 4

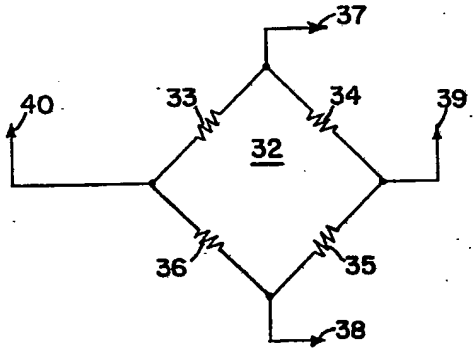


FIG. 5

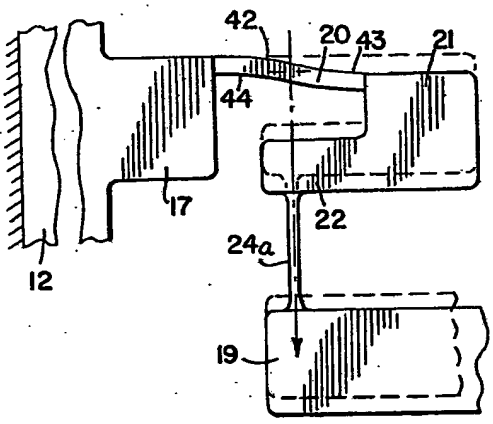


FIG. 6

ORIGINAL INSPECTED